



Eur päisches  
Patentamt

Eur pean  
Patent Office

Office eur péen  
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

REC'D

2 2 JAN 1999

WIPO

PCT

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

97830555.5

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

DEN HAAG, DEN  
THE HAGUE,  
LA HAYE, LE

12/01/99

B. Scholz



Eur päisches  
Patentamt

Eur pean  
Patent Office

Office eur péen  
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung  
Sheet 2 of the certificate  
Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:  
Application no.:  
Demande n°: 97830555.5

Anmeldetag:  
Date of filing: 29/10/97  
Date de dépôt:

Anmelder:  
Applicant(s):  
Demandeur(s):  
Tetra Laval Holdings & Finance SA  
1009 Pully  
SWITZERLAND

Bezeichnung der Erfindung:  
Title of the invention:  
Titre de l'invention:

Method and apparatus for sterilizing a packaging sheet material

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:  
State:  
Pays:

Tag:  
Date:  
Date:

Aktenzeichen:  
File no.  
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:  
International Patent classification:  
Classification internationale des brevets:

A61L2/10, A61L2/20, A61L2/18, B65B55/04

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:  
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE  
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:  
Remarks:  
Remarques:

The original Italian description was filed together with the English translation on above-mentioned filing date.

The title of the invention in Italian reads as follows: "Metodo apparecchio per sterilizzare un materiale in foglio per conf zimento".

## METODO E APPARECCHIO PER STERILIZZARE UN MATERIALE IN FOGLIO PER CONFEZIONAMENTO

### CAMPO TECNICO

La presente invenzione si riferisce ad un metodo e un apparecchio perfezionati per sterilizzare un materiale in foglio per confezionamento del tipo impiegato per confezionare prodotti alimentari che possono essere versati, quali latte, purea di pomodori, yoghurt, succhi di frutti, vino, tè, ecc. Tale materiale in foglio laminato per confezionamento ha una struttura multistrato comprendente uno strato a base di fibra formato da un materiale quale carta, che viene rivestito su entrambi i lati con un materiale plastico termosaldabile, quale polietilene. Quando il materiale per confezionamento deve essere utilizzato per il confezionamento asettico di prodotti che vengono versati, quali latte trattato a temperatura ultra-elevata (latte UHT), la faccia del materiale per confezionamento destinata ad essere collocata in contatto con il prodotto alimentare è pure provvista di uno strato di materiale barriera, come, ad esempio, alluminio, ~~il quale a sua volta viene ricoperto con uno~~ strato di materiale plastico, quale polietilene.

Quando si producono confezioni dal suddetto tipo di materiale in foglio per confezionamento, è indispensabile che nessun microorganismo possa venire in contatto con il prodotto alimentare da confezionare.

Pertanto, il materiale per confezionamento deve essere sterilizzato immediatamente prima dell'impiego per la produzione delle confezioni, e deve essere mantenuto in condizioni sterili sino a che la confezione sia completamente sigillata, così da assicurare che il prodotto alimentare contenuto nella stessa sia privo di qualsiasi microorganismo che possa altrimenti danneggiare il cibo e/oppure trasmettere malattie al consumatore.

#### **TECNICA PRECEDENTE**

Il materiale laminato per confezionamento può essere prodotto in forma di un nastro che può essere alimentato in continuo in una macchina per la formatura della confezione, il riempimento e la sigillatura. Tali macchine comprendono la macchina di riempimento TBA/19® e TBA/21®, prodotte da Tetra Brik Packaging Systems, via Delfini 1, Modena, Italia. Il nastro viene sterilizzato con un agente sterilizzante quale, ad esempio, perossido di idrogeno, che viene successivamente eliminato mediante evaporazione. Il materiale sterile per il confezionamento viene quindi mantenuto in una camera asettica, quindi sigillato longitudinalmente per formare un tubo continuo che viene riempito con il prodotto alimentare liquido che deve essere confezionato. Il tubo viene quindi bloccato e sigillato trasversalmente ad intervalli regolari in modo da produrre confezioni a forma di cuscino, le quali vengono meccanicament ripiegate per produrre confezioni finite. Tali tipi di confezioni comprendono,

ad esempio, confezioni parallelepipedo note con il nome registrato di Tetra Brik Aseptic® e Tetra Brik®, e confezioni sostanzialmente parallelepipedo con spigoli bisellati comunemente conosciute con i marchi depositati Tetra Prisma® e Tetra Prisma Aseptic®. In alternativa, il materiale in foglio laminato per confezionamento può essere tagliato in sbozzati e quindi essere formato in confezioni su mandrini. Tali confezioni vengono sterilizzate mediante spruzzatura con perossido di idrogeno. Lo spruzzo produce un sottile strato di perossido di idrogeno sullo strato esterno termoplastico idrofobo del materiale in foglio per confezionamento. Successivamente, una sorgente di luce UV nella gamma di 200-325 nm viene irradiata sullo strato esterno ricoperto con perossido di idrogeno del materiale per confezionamento. La sinergia che si verifica tra il perossido di idrogeno e la luce UV realizza un effetto mortale su qualsiasi microorganismo sul materiale per confezionamento. Successivamente, il perossido di idrogeno viene eliminato e le confezioni vengono riempite con il prodotto alimentare liquido e sigillate per produrre contenitori con sommità a timpano comunemente noti con il marchio registrato di Tetra Rex®.

#### Sterilizzazione con perossido di idrogeno

Nel sistema di sterilizzazione che utilizza perossido di idrogeno, senza alcuna irradiazione con luce UV, sono stati fatti tentativi per prolungare il

tempo in cui il perossido di idrogeno rimane in contatto con il materiale per confezionamento allo scopo di aumentare l'effetto mortale del processo di sterilizzazione. Il brevetto statunitense no. 3.904.361 descrive un processo nel quale, allo scopo di impedire o almeno di minimizzare la evaporazione della pellicola di perossido su un nastro di materiale per confezionamento durante il suo passaggio attraverso una camera di sterilizzazione, per prolungare il suo contatto con la faccia del nastro e ottenere la desiderata sterilizzazione, la camera viene saturata con vapore e con vapori di perossido di idrogeno ottenuti spruzzando perossido di idrogeno tramite ugelli entro la camera. Sebbene questa tecnica prolunghi il contatto di una pellicola molto calda di perossido di idrogeno con la superficie del nastro per confezionamento allo scopo di migliorare la sterilizzazione, la stessa impone gravi restrizioni sulla velocità alla quale le confezioni possono essere prodotte con la macchina di confezionamento.

Un altro problema riscontrato con le tecniche di sterilizzazione note che utilizzano perossido di idrogeno, si riferisce ad assicurare l'uniformità del grado di sterilizzazione sul materiale per confezionamento. In alcune macchine per confezionamento alimentate con nastro, il perossido di idrogeno è stato mescolato con acqua e inviato a gocc in un contenitor riscaldato collocato nel tubo sigillato longitudinalmente di materiale per confezionamento.

Tuttavia, il perossido di idrogeno vaporizzato inizia soltanto ad avere un effetto sterilizzante quando la maggior parte dell'acqua nelle gocce è evaporata. Pertanto, la concentrazione del perossido di idrogeno agente in pratica sul materiale per confezionamento varia considerevolmente, alla stessa velocità della somministrazione delle gocce di agente sterilizzante. Allo scopo di ovviare a questo problema, il brevetto statunitense no. 4.225.556 descrive l'impiego di una prima stazione di trattamento con un contenitore per perossido di idrogeno attraverso il quale viene fatto passare il materiale per confezionamento, e una seconda stazione di trattamento comprendente una camera con un ingresso ed una uscita per il nastro di materiale per confezionamento, e un ugello per spruzzare perossido di idrogeno sulla superficie riscaldata. Tuttavia, nè questa disposizione, nè la tecnica di sterilizzazione descritta precedentemente nota dal brevetto statunitense no. 3.904.361 sono compatibili con le moderne macchine ad alta velocità per il confezionamento di alimenti liquidi, a causa del tempo eccessivo richiesto per effettuare la sterilizzazione.

Allo scopo di ovviare ai problemi relativi alla uniformità della sterilizzazione di un nastro di materiale per confezionamento con perossido di idrogeno, il materiale per confezionamento viene fatto passare attraverso un bagno contenente una soluzione sterilizzante di perossido di idrogeno, e allo scopo di far fronte alle velocità di produzione sempre

crescenti, i bagni di perossido di idrogeno sono stati aumentati come dimensioni allo scopo di mantenere il tempo di contatto tra il materiale per confezionamento e la soluzione sterilizzante. Il contatto intensificato tra la soluzione di perossido di idrogeno e il materiale per confezionamento costituisce naturalmente un vantaggio dal punto di vista dell'uccisione batteriologica. Tuttavia, il contatto intensificato aumenta pure il pericolo che la soluzione di perossido di idrogeno penetri e degradi lo strato fibroso che assorbe liquido del nastro di materiale per confezionamento attraverso i bordi tagliati del nastro. Il sovradimensionamento del bagno porta pure a un ulteriore aumento nella pressione idrostatica che aumenta ulteriormente il pericolo che liquido penetri nel nastro nelle parti più profonde del bagno. Inoltre, poichè il materiale per confezionamento disposto nel bagno durante gli arresti della macchina viene scartato, i bagni più profondi provocano maggiori scarti di materiale in occasione di ogni arresto della macchina.

#### Sterilizzazione con perossido di idrogeno e radiazioni UV

Il brevetto statunitense no. 4.289.728 di Peel et al. tratta la sinergia che esiste tra radiazione UV inferior a 325 nm e perossido di idrogeno ad una concentrazione di almeno 0,01% e non superiore a 10% in peso. Trattando un microorganismo sulla superficie della confezione con una soluzione di perossido di



idrogeno irradiata con ultravioletto, il microorganismo viene reso non vitale dalla sinergia tra la radiazione e il perossido di idrogeno.

Tuttavia, anche con l'impiego di potenti lampade per UV, si richiede un lungo tempo di irradiazione per una sterilizzazione completa, e questo lungo tempo di irradiazione dà luogo a danneggiamento del materiale per confezionamento, riducendo la resistenza della sua termosaldatura e provocando uno scolorimento. Come soluzione per questo problema, il brevetto statunitense no. 4.366.125 di Koderà ed al. descrive un sistema comprendente una prima stazione per applicare una sottile pellicola di perossido di idrogeno a bassa concentrazione a temperatura ambiente sulle superfici esterne di un materiale per confezionamento. Viene provvista una seconda stazione, disposta a valle della prima stazione rispetto alla direzione di spostamento definita dal materiale che deve essere sterilizzato, allo scopo di irradiare con radiazione UV le superfici esterne rivestite con perossido di idrogeno. Infine, viene provvista una terza stazione a valle della seconda stazione per essiccare il materiale con aria calda asettica. Il brevetto statunitense no. 5.114.670 di Duffey descrive una camera di sterilizzazione comprendente mezzi di ingresso e di uscita per il materiale che deve essere sterilizzato, mezzi per introdurre perossido di idrogeno gassoso entro la camera di sterilizzazione, mezzi per irradiar simultaneamente con energia UV il materiale che deve

essere sterilizzato. Tuttavia, tutte le tecniche succitate di sterilizzazione sono soggette a miglioramenti relativi all'effetto di uccisione ottenuto e del tempo necessario per garantire la eliminazione di tutti i microorganismi patogeni sul materiale per confezionamento, per compatibilità con le macchine moderne per confezionamento di alimenti liquidi ad elevata velocità che possono formare, riempire e sigillare 18.000 od anche più confezioni asettiche all'ora, e in cui il materiale per confezionamento si sposta ad una velocità di 81,65 cm/secondo (48,990 m/minuto) o superiore, quale la macchina di formatura, riempimento e sigillatura di confezioni descritta nella domanda di brevetto europeo no. 97830312.1, depositata il 27 giugno 1997 dalla stessa Richiedente.

#### SCOPI DELL'INVENZIONE

Esiste una necessità generale nella tecnica di provvedere un metodo ed un apparecchio per sterilizzare materiali in foglio per confezionamento, i quali ovvino ai problemi riscontrati nei metodi e negli apparecchi di sterilizzazione della tecnica precedente.

Uno scopo principale dell'invenzione è quello di provvedere un metodo e un apparecchio per sterilizzare materiale in foglio per confezionamento, che realizzi velocità di uccisione perfezionate rispetto alle tecniche di sterilizzazione note, migliorando così la qualità delle confezioni sigillate prodotte con il

materiale in foglio per confezionamento e quindi del prodotto fornito al consumatore.

Un altro scopo dell'invenzione è quello di provvedere un metodo ed un apparecchio per sterilizzare materiale in foglio per confezionamento che sia completamente compatibile con le macchine moderne ad alta velocità di formatura, riempimento e sigillatura di confezioni.

Un ulteriore scopo dell'invenzione è quello di provvedere un metodo e un apparecchio per sterilizzare materiale in foglio per confezionamento utilizzando perossido di idrogeno, il quale minimizzi il tempo in cui il materiale in foglio rimane in contatto con il perossido di idrogeno, evitando così qualsiasi imbibimento del perossido di idrogeno entro il bordo tagliato del materiale in foglio per confezionamento e permettendo, quando si impiega un bagno di perossido di idrogeno, di costruire un bagno di profondità ridotta, per cui non sorgono problemi relativi alla pressione idrostatica che potrebbero altrimenti tendere a favorire l'imbibimento del perossido di idrogeno entro il bordo tagliato del materiale in foglio per confezionamento.

Ancora un altro scopo dell'invenzione è quello di provvedere un metodo e un apparecchio per sterilizzare un materiale in foglio per confezionamento utilizzando perossido di idrogeno e radiazione UV, in cui si possano impiegare metodi ottenibili commercialmente per generare la radiazione UV ad un livello di potenza che

non abbia alcun effetto dannoso sul material per confezionamento.

Un ulteriore scopo dell'invenzione è quello di provvedere un metodo e un apparecchio per sterilizzare materiale in foglio per confezionamento utilizzando perossido di idrogeno e radiazione UV, il quale possa essere integrato con le attuali macchine di formatura, riempimento e sigillatura di confezioni.

#### DESCRIZIONE DELL'INVENZIONE

Tenendo presenti i suddetti scopi, come pure altri scopi dell'invenzione che risulteranno evidenti in seguito, l'invenzione provvede un metodo per sterilizzare un materiale in foglio per confezionamento, comprendente le operazioni di:

- applicare perossido di idrogeno su un materiale in foglio per confezionamento,

- irradiare il materiale in foglio per confezionamento con luce comprendente almeno una lunghezza d'onda UV tra circa 200 nm e 320 nm,

caratterizzato dal fatto che comprende l'operazione intermedia di rimuovere l'eccesso di perossido di idrogeno dal materiale in foglio per confezionamento, dopo l'operazione di applicare il perossido di idrogeno o prima della operazione di irradiare il materiale per confezionamento, per cui il perossido di idrogeno residuo assorbito o disposto adiacente a qualsiasi microorganismo presente su detto materiale in foglio per confezionamento viene direttamente colpito dalla radiazione UV.

Secondo un altro aspetto della presente invenzione, viene pure provvisto un apparecchio per sterilizzare un materiale in foglio per confezionamento che comprende

- mezzi per applicare perossido di idrogeno su un materiale in foglio per confezionamento che si sposta in una direzione di avanzamento,

- mezzi per irradiare il materiale in foglio per confezionamento con luce comprendente almeno una lunghezza d'onda UV tra 200 nm e 320 nm, disposta a valle di detti mezzi per applicare perossido di idrogeno rispetto a detta direzione di avanzamento, e

- mezzi per rimuovere il perossido di idrogeno dal materiale in foglio per confezionamento,

caratterizzato dal fatto che detti mezzi per rimuovere il perossido di idrogeno dal materiale in foglio per confezionamento sono interposti tra detti mezzi per applicare il perossido di idrogeno e detti mezzi per irradiare il materiale per confezionamento con luce comprendente almeno una lunghezza d'onda UV tra 200 nm e 320 nm, per cui il perossido di idrogeno residuo assorbito o disposto adiacente a qualsiasi microorganismo presente su detto materiale in foglio per confezionamento viene direttamente colpito con radiazione UV.

#### **BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI**

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della invenzione risulteranno evidenti dalla seguente

descrizione dettagliata dell'invenzione, e dai disegni allegati, in cui:

la figura 1 è una vista schematica dell'apparecchio secondo l'invenzione,

la figura 2 è una vista in sezione schematica ingrandita di una porzione di materiale in foglio per confezionamento irradiato con luce UV secondo il metodo della tecnica precedente, e

la figura 3 è una vista in sezione schematica ingrandita di una porzione di materiale in foglio per confezionamento irradiato con luce UV secondo il metodo della presente invenzione.

#### DESCRIZIONE DELLE FORME DI REALIZZAZIONE PREFERITE

Con riferimento alla figura 1, l'apparecchio secondo l'invenzione viene illustrato insieme con un foglio di materiale per confezionamento da sterilizzare. Sebbene nell'esempio illustrato il materiale per confezionamento sia in forma di un nastro 1, si deve notare che il materiale può anche essere in forma di uno sbozzato tagliato. Come illustrato nella figura 3, il nastro 1 è un materiale laminato multistrato del tipo comunemente impiegato per il confezionamento asettico di prodotti alimentari che vengono versati. La struttura laminata ha uno strato di base di fibre 20 formato da un materiale quale carta, e strati termosaldabili 21, 22 formati da materiale plastico, quale polietilene, provvisti su ciascun lato dello strato a base di fibre 20. Quando il materiale per confezionamento deve essere impiegato per il

confezionamento asettico di prodotti che vengono versati, quali latte trattato a temperatura ultra-elevata (latte UHT), la faccia del materiale per confezionamento destinata ad essere collocata in contatto con il prodotto alimentare viene pure provvista di uno strato di materiale barriera 23, ad esempio quale alluminio, il quale a sua volta viene ricoperto con uno strato termosaldabile addizionale 24 di materiale plastico, quale polietilene.

Il nastro 1 viene spostato in una direzione di avanzamento, indicata dalla freccia 2, e guidato nella sua traiettoria con mezzi convenzionali che non fanno parte della presente invenzione e così non vengono illustrati. Come illustrato chiaramente nella figura 1, l'apparecchio secondo l'invenzione comprende mezzi per applicare perossido di idrogeno sul materiale in foglio per confezionamento 1, che si sposta nella direzione di avanzamento 2, che sono preferibilmente costituiti da un bagno 3 contenente perossido di idrogeno liquido 4. Il perossido di idrogeno 4 nel bagno 3 può avere una concentrazione sino a 50% in peso, e preferibilmente una concentrazione da 10% in peso a 50% in peso, e nel modo maggiormente preferibile una concentrazione da 20% in peso a 40% in peso. Nel bagno viene provvisto un rullo convenzionale 5 per guidare il materiale per confezionamento 1. Come pure schematicamente illustrato nella figura 1, mezzi 6 sono pure collegati al bagno 3 per mantenere il perossido di idrogeno ad una temperatura preferibilmente compresa tra 15°C e 80°C, e

che possono essere costituiti da un meccanismo di riscaldamento convenzionale 6 controllato termostaticamente, quale comunemente impiegato nel campo tecnico dell'invenzione, quali quelli presenti sulle suddette macchine per confezionamento di alimenti liquidi TBA/19® e TBA/21®, ottenibili da Tetra Brik Packaging Systems, via Delfini, Modena, Italia.

Nell'apparecchio secondo l'invenzione, la profondità del bagno di perossido di idrogeno può essere ridotta rispetto ai bagni convenzionali, e il perossido di idrogeno 4 nel bagno 3 definisce preferibilmente una colonna liquida avente una altezza inferiore a 50 cm. Una persona esperta nella tecnica può apprezzare che si possano anche utilizzare altri mezzi per applicare perossido di idrogeno liquido o vapore sulla superficie del materiale per confezionamento, quale mezzi a spruzzo.

Mezzi per irradiare il materiale in foglio per confezionamento con luce, comprendente almeno una lunghezza d'onda UV tra 200 nm e 320 nm, sono disposti a valle del bagno 4, rispetto alla direzione di avanzamento 2, e comprendono una sorgente di luce UV 7. Secondo una forma di realizzazione preferita dell'invenzione, la sorgente di luce UV 7 per irradiare il materiale in foglio per confezionamento può comprendere una sorgente monocromatica di luce UV avente una lunghezza d'onda di 222 nm. La sorgente monocromatica di luce UV avente una lunghezza d'onda di 222 nm comprende preferibilmente almeno una lampada a



eccimeri. Tali lampade sono disponibili da Heraeus Noblelight, Kleinostheim, Germania. In alternativa, si può anche impiegare una sorgente di luce UV policromatica. Tali lampade policromatiche sono fabbricate, per esempio, da Berson UV-techniek, De Huufkes 23, NL-5674 Nuenen, Olanda. Altre lampade o laser possono anche essere impiegate con una emissione di luce nelle lunghezze d'onda UV.

Come illustrato nella figura 1, vengono pure provvisti mezzi 8 per rimuovere il perossido di idrogeno dal materiale in foglio per confezionamento 1. Nell'esempio illustrato, i mezzi 8 per rimuovere il perossido di idrogeno dal materiale in foglio per confezionamento comprendono preferibilmente almeno una lama d'aria 9 per soffiare aria sul materiale in foglio per confezionamento 1. Tali lame d'aria sono note dal brevetto statunitense no. 4.603.490 di Hilmersson ed al., e presentano una camera 10 comprendente un ingresso di aria 11 e una uscita dell'aria 12 per una corrente di aria, un ingresso del materiale 13 e una uscita del materiale 14 per un nastro di materiale per confezionamento 1, e un deflettore 15 disposto sopra l'uscita dell'aria 12 ad un angolo rispetto al percorso di spostamento del nastro 1 attraverso la camera 10. L'aria soffiata sul nastro 1 in corrispondenza della lama d'aria viene preferibilmente riscaldata ad una temperatura da 80°C a 150°C. Si deve notare che possono anche essere impiegati altri mezzi per rimuovere il perossido di idrogeno dal nastro 1. Per esempio, in

aggiunta o in sostituzione della lama d'aria si possono anche impiegare rulli raschiatori o rulli di presa. Si possono anche impiegare altri mezzi per generare una corrente di aria calda adatta per evaporare il perossido di idrogeno. Tuttavia, viene preferito un mezzo per soffiare aria calda sul nastro di materiale per confezionamento, specialmente quando il nastro ha una qualsiasi parte, quale dispositivi di apertura della confezione stampati direttamente a iniezione sul nastro, che potrebbero influire sull'efficienza dei rulli raschiatori.

Una importante caratteristica della presente invenzione consiste nella posizione specifica del mezzo per rimuovere l'eccesso di perossido di idrogeno dalla superficie del nastro di materiale per confezionamento. Come illustrato chiaramente nella figura 1, i mezzi per rimuovere il perossido di idrogeno in eccesso 8 sono interposti tra i mezzi per applicare perossido di idrogeno, costituiti nell'esempio illustrato dal bagno 3, e i mezzi 7 per irradiare il materiale per confezionamento con luce comprendente almeno una lunghezza d'onda UV tra 200 nm e 320 nm. La ragione per questa disposizione dei mezzi per rimuovere il perossido di idrogeno è la seguente.

Con riferimento dapprima alla figura 2, vi viene illustrata una vista in sezione ingrandita di una porzione di un materiale in foglio per confezionamento laminato multistrato quale il suddescritto nastro 1, in cui strati identici della struttura laminata vengono

identificati con gli stessi numeri di riferimento. Inoltre, il numero di riferimento 30 indica schematicamente microorganismi presenti sulla superficie del materiale per confezionamento, e il numero di riferimento 31 indica lo strato di perossido di idrogeno applicato sulla superficie del materiale per confezionamento. La figura 2 illustra il trattamento di un materiale in foglio per confezionamento secondo i metodi della tecnica precedente, in cui perossido di idrogeno ad una concentrazione non superiore a 10% in peso viene dapprima applicato sul materiale in foglio per confezionamento. Successivamente, il perossido di idrogeno viene irradiato con luce UV, e la sinergia tra il perossido di idrogeno e la luce UV ha il noto effetto di uccisione sui microorganismi 30.

La figura 3 illustra il trattamento di un materiale in foglio per confezionamento secondo l'invenzione, in cui perossido di idrogeno, preferibilmente ad una concentrazione sino a 50% in peso, e preferibilmente da 10% a 50% in peso, viene dapprima applicato sul materiale in foglio per confezionamento. Successivamente, il perossido di idrogeno viene eliminato dalla superficie del materiale per confezionamento. Sembrerebbe così che se si irradiasse il materiale per confezionamento con luce UV in questo punto, cioè nella zona di irradiazione UV indicata dal numero di riferimento 19 nella figura 1, non vi sarebbe alcuna interazione tra la luce UV e il

perossido di idrogeno, poichè quest'ultimo è stato rimosso. Tuttavia, la Richiedente ha scoperto che al contrario, l'effetto di uccisione ottenuto risulta notevolmente migliorato rispetto alle tecniche note. Ciò è dovuto al fatto che, sebbene il perossido di idrogeno in eccesso sia rimosso dal materiale in foglio per confezionamento idrofobo, una quantità residua o in traccia viene conservata su qualsiasi microorganismo 30a, che si ritiene assorba idrofilicamente il perossido di idrogeno 31a o altrimenti trattenga il perossido di idrogeno residuo. Pertanto, quando il materiale in foglio per confezionamento viene successivamente irradiato con luce UV, l'interazione che si verifica tra il perossido di idrogeno e la luce UV, che ha il noto effetto di uccisione sui microorganismi, viene indirizzata specificamente sui microorganismi stessi, che hanno assorbito idrofilicamente o altrimenti trattenuto il perossido di idrogeno. Inoltre, la rimozione dello strato schermante di perossido di idrogeno in eccesso permette di avvantaggiarsi della possibilità di utilizzare concentrazioni più elevate di perossido di idrogeno rispetto a quelle che venivano considerate il massimo utilizzabile nella tecnica precedente.

In altre parole, invece di irradiare tutto lo strato di perossido di idrogeno allo scopo di uccidere qualsiasi microorganismo contenuto in questo, come indicato dalla tecnica precedente, secondo la presente invenzione, lo strato di perossido di idrogeno in

eccesso 31 viene rimosso e soltanto il perossido di idrogeno residuo disposto entro, sopra o adiacente a qualsiasi microorganismo 30a presente sulla superficie del materiale per confezionamento viene direttamente colpito con la radiazione UV. E' sottinteso che la relazione di posizione tra il perossido di idrogeno residuo e i microorganismi indicati nella figura 3 è semplicemente schematica e rappresentativa di ciò che si ritiene si verifichi.

Pertanto, quando si irradia il materiale per confezionamento con luce UV, invece di avere uno strato di perossido di idrogeno in eccesso che schermi i microorganismi, la radiazione di luce UV viene diretta sul perossido di idrogeno residuo assorbito da o disposto adiacente ai microorganismi. La rimozione dello strato di perossido di idrogeno in eccesso in pratica ha l'effetto sorprendente di aumentare notevolmente l'efficienza del processo di sterilizzazione.

Verrà ora descritto il metodo secondo l'invenzione, realizzato con il suddescritto apparecchio.

Prima di tutto, perossido di idrogeno, preferibilmente perossido di idrogeno liquido ad una concentrazione sino a 50% in peso, preferibilmente da 10% in peso a 50% in peso, e nel modo maggiormente preferibile ad una concentrazione da 20% in peso a 40% in peso, viene applicato sul materiale in foglio per confezionamento. Secondo una forma di realizzazione

preferita dell'invenzione, ciò viene ottenuto immergendo il materiale in foglio per confezionamento in un bagno di perossido di idrogeno ad una temperatura compresa tra 15°C e 80°C, per un intervallo di tempo da 0,5 secondi a 2 secondi. Durante questo tempo, si ritiene che il perossido di idrogeno venga idrofilicamente assorbito o venga in qualche modo intrappolato adiacente o al di sopra di qualsiasi microorganismo presente sul materiale per confezionamento. Preferibilmente, l'altezza della colonna liquida del perossido di idrogeno nel bagno non supera 50 cm al di sopra del materiale in foglio per confezionamento. Sebbene si possano impiegare bagni di perossido di idrogeno più profondi, questo tempo di permanenza relativamente breve e la profondità ridotta ovviano a problemi relativi all'imbibimento marginale o all'assorbimento per capillarità di perossido di idrogeno nello strato fibroso del materiale per confezionamento laminato.

Successivamente, l'eccesso di perossido di idrogeno viene rimosso dalla superficie del materiale in foglio per confezionamento, preferibilmente insufflando su questo una corrente di aria riscaldata ad una temperatura da 80°C a 150°C. Ciò rimuove l'eccesso di perossido di idrogeno dal materiale per confezionamento, ma una quantità in traccia di perossido di idrogeno residuo viene trattenuta da qualsiasi microorganismo presente sulla superficie del materiale per confezionamento.

Una volta che l'eccesso di perossido di idrogeno è stato rimosso dalla superficie del materiale per confezionamento, il materiale viene irradiato con luce comprendente almeno una lunghezza d'onda UV tra circa 200 nm e 320 nm. Secondo una forma di realizzazione preferita dell'invenzione, il materiale in foglio per confezionamento viene irradiato con luce UV ad una lunghezza d'onda di 222 nm, e più preferibilmente la sorgente di luce UV è una lampada a eccimeri. In questo modo, si è trovato che è possibile colpire direttamente con la radiazione UV il perossido di idrogeno residuo intrappolato su qualsiasi microorganismo presente sul materiale in foglio per confezionamento. L'impiego di una lampada a eccimeri presenta l'ulteriore vantaggio di una attivazione e disattivazione istantanea e nessuna rilevante emissione di calore.

Il sistema di sterilizzazione secondo l'invenzione è del tutto compatibile con le moderne macchine ad alta velocità per il confezionamento asettico di alimenti liquidi, producendo sino a 18.000 o più confezioni per ora, in cui il materiale per confezionamento si sposta ad una velocità di 81,65 cm/secondo (48,990 m/minuto) o superiore.

La presente invenzione può essere ulteriormente modificata, senza con ciò scostarsi dall'ambito delle rivendicazioni allegate.

### RIVENDICAZIONI

1. - Metodo per sterilizzare un materiale in foglio per confezionamento, comprendente le operazioni di:

- applicare perossido di idrogeno su un materiale in foglio per confezionamento, e

- irradiare il materiale in foglio per confezionamento con luce comprendente almeno una lunghezza d'onda UV tra circa 200 nm e 320 nm,

caratterizzato dal fatto che comprende l'operazione intermedia di rimuovere il perossido di idrogeno in eccesso dal materiale in foglio per confezionamento, dopo l'operazione di applicazione del perossido di idrogeno e prima dell'operazione di irradiazione del materiale per confezionamento, per cui il perossido di idrogeno residuo assorbito o disposto adiacente a qualsiasi microorganismo presente su detto materiale in foglio per confezionamento viene direttamente colpito con radiazione UV.

2. - Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta operazione di applicare perossido di idrogeno su detto materiale in foglio per confezionamento consiste nell'applicare perossido di idrogeno liquido su questo ad una concentrazione sino a 50% in peso.

3. - Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta operazione di applicare perossido di idrogeno su detto materiale in



foglio per confezionamento, consiste nell'applicare perossido di idrogeno liquido ad una concentrazione da 20% in peso a 40% in peso.

4. - Metodo secondo la rivendicazione 1, 2 o 3, caratterizzato dal fatto che detta operazione di applicare perossido di idrogeno su detto materiale in foglio per confezionamento comprende l'operazione di immergere detto materiale in foglio per confezionamento in un bagno di perossido di idrogeno ad una temperatura compresa tra 15°C e 80°C, per un intervallo di tempo da 0,5 secondi a 2 secondi.

5. - Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che l'operazione intermedia di rimuovere il perossido di idrogeno in eccesso da detto materiale in foglio per confezionamento consiste nel soffiare una corrente di aria calda, riscaldata ad una temperatura da 80°C a 150°C, su detto materiale in foglio per confezionamento.

6. - Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta operazione di irradiare il materiale in foglio per confezionamento con luce comprendente almeno una lunghezza d'onda UV, consiste nell'irradiare detto materiale in foglio per confezionamento con luce UV policromatica.

7. - Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta operazione di irradiare il material in foglio per confezionamento con luce comprendente almeno una lunghezza d'onda UV, consist nell'irradiare detto materiale in foglio per

confezionamento con luce UV ad una lunghezza d'onda di 222 nm.

8. - Metodo secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detta operazione di irradiare il materiale in foglio per confezionamento con luce UV ad una lunghezza d'onda di 222 nm consiste nell'irradiare detto materiale in foglio per confezionamento con una lampada a eccimeri.

9. - Metodo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 8, caratterizzato dal fatto che detto materiale in foglio per confezionamento è un nastro srotolato da un rotolo.

10. - Metodo secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 8, caratterizzato dal fatto che detto materiale in foglio per confezionamento è uno sbazzato.

11. - Apparecchio per sterilizzare un materiale in foglio per confezionamento secondo il metodo definito nelle rivendicazioni da 1 a 10, comprendente:

- mezzi per applicare perossido di idrogeno su un materiale in foglio per confezionamento che si sposta in una direzione di avanzamento;

- mezzi per irradiare il materiale in foglio per confezionamento con luce comprendente almeno una lunghezza d'onda UV tra 200 nm e 320 nm, disposta a valle di detti mezzi per applicare perossido di idrogeno, rispetto a detta direzione di avanzamento; e

- mezzi per rimuovere il perossido di idrogeno in eccesso dal materiale in foglio per confezionamento,

idrogeno in detto bagno definisce una colonna liquida avente una altezza minor di 50 cm in detto bagno.

16. - Apparecchio secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per rimuovere il perossido di idrogeno da detto materiale in foglio per confezionamento comprendono almeno una lama ad aria per soffiare aria su detto foglio di materiale per confezionamento ad una temperatura da 80°C a 150°C.

17. - Apparecchio secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per irradiare il materiale in foglio per confezionamento con luce che comprende almeno una lunghezza d'onda UV tra circa 200 nm e 320 nm, comprendono una sorgente monocromatica di luce UV avente una lunghezza d'onda di 222 nm.

18. - Apparecchio secondo la rivendicazione 17, caratterizzato dal fatto che detta sorgente monocromatica di luce UV comprende almeno una lampada a eccimeri.

19. - Apparecchio secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per irradiare il materiale in foglio per confezionamento con luce comprendente almeno una lunghezza d'onda UV, comprendono una lampada UV policromatica.

---

RIASSUNTO

Il metodo per sterilizzare un materiale in foglio per confezionamento comporta le operazioni di applicare perossido di idrogeno ad un materiale in foglio per confezionamento, e di irradiare il materiale in foglio per confezionamento con luce comprendente almeno una lunghezza d'onda UV tra circa 200 nm e 320 nm. Il metodo presenta pure una operazione intermedia di rimuovere il perossido di idrogeno dal materiale in foglio per confezionamento, dopo l'operazione di applicazione del perossido di idrogeno e prima dell'operazione di irradiazione del materiale per confezionamento, allo scopo di raggiungere una sinergia tra la luce UV e il perossido di idrogeno assorbito idrofilicamente in un qualsiasi microorganismo presente sul materiale in foglio per confezionamento. Viene pure descritto un apparecchio per realizzare il metodo.

## METHOD AND APPARATUS FOR STERILIZING A PACKAGING SHEET MATERIAL.

### TECHNICAL FIELD.

The present invention relates to an improved method and apparatus for sterilizing a packaging sheet material of the kind used for packaging pourable food products such as milk, tomato puree, yoghurt, fruit juices, wine, tea, etc. Such laminated packaging sheet material has a multi-layered structure including a fibre-based layer made of a material such as paper, which is coated on either side with a heat-sealable plastics material such as polyethylene. When the packaging material is to be used for the aseptic packaging of pourable products such as milk treated at ultra-high temperature (UHT milk), the face of the packaging material destined to be placed in contact with the food product is also provided with a layer of barrier material, such as e.g., aluminium, which is in turn covered with a layer of plastics material such as polyethylene.

When manufacturing packages from the above-mentioned kind of packaging sheet material, it is imperative that no microorganisms are allowed to come into contact with the food product to be packaged. Therefore, the packaging material must be sterilized immediately prior to use for the manufacture of packages, and it must be retained in sterile conditions, until the package is completely sealed, thereby ensuring that the food product contained therein is free from any microorganisms which would otherwise spoil the food and/or transmit diseases to the consumer.

### BACKGROUND ART.

Laminated packaging material may be produced in the form of web which can be continuously fed into a package forming, filling and sealing machine. Such machines include e.g., the TBA/19 ® and TBA/21® filling machine, manufactured by Tetra Brik Packaging Systems, Via Delfini 1, Modena, Italy. The web is sterilized with a sterilizing agent such as e.g., hydrogen peroxide, which is thereafter removed by evaporation. The sterile packaging material is then

maintained in an aseptic chamber, then longitudinally sealed to form a continuous tube, which is filled with liquid food product to be packaged. The tube is then clamped and transversely sealed at regular intervals to produce pillow-shaped packages, which are mechanically folded to produce finished packages. Such types of packages include e.g., parallelepiped packages known by the registered trademarks Tetra Brik Aseptic ® and Tetra Brik ®, and substantially parallelepiped packages with bevelled corners commonly known by the registered trademarks Tetra Prisma ® and Tetra Prisma Aseptic ®. Alternatively, the laminated packaging sheet material may be cut into blanks and then formed into packages on mandrels. Such packages are sterilized by spraying with hydrogen peroxide. The spray produces a thin layer of hydrogen peroxide on the hydrophobic, thermoplastic outer layer of the packaging sheet material. Successively, a source of UV light in the 200-325nm range is irradiated onto the hydrogen peroxide-covered outer layer of packaging material. The synergy occurring between the hydrogen peroxide and the UV light achieves has a killing effect on any microorganisms on the packaging material. Thereafter, the hydrogen peroxide is removed and the packages are filled with liquid food product and sealed to produce gable-top container commonly known by the registered trademark Tetra Rex ®.

Sterilization with hydrogen peroxide:

In the sterilization systems employing hydrogen peroxide, without any irradiation thereon of UV light, efforts have been made to prolong the time that the hydrogen peroxide remains in contact with the packaging material, in order to increase the killing effect of the sterilization process. United States patent No. 3,904,361 describes a process wherein, in order to prevent or at least minimize evaporation of a peroxide film on a packaging material web during its passage through a sterilization chamber, to prolong its contact with the web face and obtain the desired sterilization, the chamber is saturated with steam and hydrogen peroxide vapours obtained by spraying hydrogen peroxide through nozzles into the chamber. Although this technique prolonged contact of a very

hot film of hydrogen peroxide with the packaging web surface to improve sterilization, it imposed severe restrictions on the rate at which packages could be manufactured with the packaging machine.

Another problem encountered with the known sterilization techniques employing hydrogen peroxide, regards ensuring uniformity of the degree of sterilization throughout the packaging material. In some web-fed packaging machines, hydrogen peroxide was mixed with water and delivered drop-wise into a heated container placed in the longitudinally sealed tube of packaging material. However, the vaporized hydrogen peroxide only started to have a sterilizing effect when the major part of the water in the droplets had evaporated. Therefore, the concentration of hydrogen peroxide actually acting on the packaging material varied considerably, at the same rate as delivery of drops of sterilizing agent. In order to overcome this problem US Patent No. 4,225,556 disclosed the use of a first treatment station with a container for hydrogen peroxide through which the packaging material was passed, and a second treatment station comprising a chamber with an inlet and an outlet for the packaging material web, and a nozzle for spraying hydrogen peroxide onto a heated surface. However, neither this arrangement, nor the above-described sterilization technique known from United States patent No. 3904361 are compatible with modern high-speed liquid food packaging machines due to the excessive times required to effect sterilization.

In order to overcome problems regarding uniformity of the sterilization of a packaging material web with hydrogen peroxide, the packaging material is passed through a bath containing hydrogen peroxide sterilizing solution, and in order to cope with ever-increasing production rates, the hydrogen peroxide baths have been increased in size to maintain contact time between the packaging material and the sterilizing solution. The intensified contact between the hydrogen peroxide solution and the packaging material is of course an advantage from the point of view of bacteriological killing. However, the intensified contact also increases the risk that the hydrogen peroxide solution will penetrate into and degrade the liquid-absorbent fibrous layer of the packaging

material web through the cut edges of the web. The over-dimensioning of the bath also results in a further increase in hydrostatic pressure which further increases the risk of liquid penetrating into the web in the deeper parts of the bath. Furthermore, since packaging material located in the bath during machine stoppages is discarded, the deeper baths caused greater wastage of material upon each machine stop.

Sterilization with hydrogen peroxide and UV radiation:

United States patent No. 4,289,728 to Peel et al dealt with the synergy that exists between UV radiation below 325nm, and hydrogen peroxide at a concentration of at least 0.01% and no more than 10% by weight. By treating a microorganism at the surface of the packaging with an ultraviolet irradiated solution of hydrogen peroxide, the microorganism is rendered non-viable by the synergism between the radiation and the hydrogen peroxide.

However, even with the use of powerful UV lamps, a long irradiation time was required for thorough sterilization, and this long irradiation time gave rise to damaging of the packaging material, lowering of its heat-seal strength and discoloration thereof. As a solution to this problem, United States patent No. 4,366,125 to Koderá et al disclosed a system including a first station for applying a thin film of hydrogen peroxide at low concentration at room temperature onto the outer surfaces of a packaging material. A second station, located downstream of the first station with respect to a travel direction defined by the material to be sterilized, was provided for irradiating the outer hydrogen peroxide-coated surfaces with UV radiation. Finally, a third station was provided downstream of the second station for drying the material with aseptic hot air.

United States patent No. 5,114,670 to Duffey disclosed a sterilization chamber including inlet and outlet means for the material to be sterilized, means for introducing gaseous hydrogen peroxide into the sterilization chamber, and means for simultaneously irradiating the material to be sterilized with UV energy. However all of the above-mentioned sterilization techniques are susceptible to improvement relating to the killing effect achieved and the time necessary to



guarantee elimination of all pathogenic microorganisms, on the packaging material, for compatibility with modern high-speed liquid food packaging machines which can form, fill and seal 18000 or even more aseptic packages per hour, and wherein the packaging material moves at a speed of, or greater than 81.65 cm per second (48.990 meters per minute), such as the package forming, filling and sealing machine described in European patent application No. 97830312.1, filed on June 27, 1997, by the same applicant.

#### OBJECTS OF THE INVENTION.

There is a general need in the art to provide a method and apparatus for sterilizing packaging sheet material, which overcomes the problems encountered in the prior art sterilization methods and apparatuses.

A main object of the invention is to provide a method and apparatus for sterilizing packaging sheet material, which achieves improved killing rates with respect to the known sterilization techniques, thereby improving the quality of sealed packages manufactured with the packaging sheet material and hence the product delivered to the consumer.

Another object of the invention is to provide a method and apparatus for sterilizing packaging sheet material which is fully compatible with modern high-speed package forming, filling and sealing machines.

A further object of the invention is to provide a method and apparatus for sterilizing packaging sheet material employing hydrogen peroxide, which minimizes the time that the sheet material remains in contact with the hydrogen peroxide, thereby avoiding any soaking of the hydrogen peroxide into the cut edge of the packaging sheet material and permitting, when a hydrogen peroxide bath is used, to construct a bath of reduced depth, whereby no problems arise relating to hydrostatic pressures which would otherwise tend to promote soaking of the hydrogen peroxide into the cut edge of the packaging sheet material.

Yet another object of the invention is to provide a method and apparatus for sterilizing packaging sheet material employing hydrogen peroxide and UV radiation, wherein commercially available means for generating UV radiation can

be used, at a power level which does not have any detrimental effects on the packaging material.

A further object of the invention is to provide a method and apparatus for sterilizing packaging sheet material employing hydrogen peroxide and UV radiation, which can be integrated with current package forming, filling and sealing machines.

#### DISCLOSURE OF THE INVENTION.

With the above-mentioned objects in view, as well as other objects of the invention which will become apparent hereinafter, the invention provides a method of sterilizing a packaging sheet material, comprising the steps of;

- applying hydrogen peroxide to a packaging sheet material, and;
- irradiating the packaging sheet material with light including at least one UV wavelength between about 200nm and 320nm,

**characterized in that** it comprises the intermediate step of removing excess hydrogen peroxide from the packaging sheet material, after the step of applying hydrogen peroxide and before the step of irradiating the packaging material, whereby residual hydrogen peroxide absorbed by or located adjacent to any microorganisms present on said packaging sheet material is directly targeted with UV radiation.

According to another aspect of the present invention, there is also provided an apparatus for sterilizing a packaging sheet material which comprises

- means for applying hydrogen peroxide to a packaging sheet material moving in an advancement direction,
- means for irradiating the packaging sheet material with light including at least one UV wavelength between 200nm and 320nm, arranged downstream of said means for applying hydrogen peroxide, with respect to said advancement direction, and;
- means for removing hydrogen peroxide from the packaging sheet material,

characterized in that said means for removing hydrogen peroxide from the packaging sheet material are interposed between said means for applying hydrogen peroxide and said means for irradiating the packaging material with light including at least one UV wavelength between 200nm and 320nm, whereby residual hydrogen peroxide absorbed by or located adjacent to any microorganisms present on said packaging sheet material is directly targeted with UV radiation.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS.

Further features and advantages of the invention will become apparent from the following detailed description of the invention, and the accompanying drawing figures wherein:

Figure 1 is a schematic view of the apparatus according to the invention;

Figure 2 is an enlarged, schematic cross-sectional view of a portion of packaging sheet material irradiated with UV light according to the methods of the prior art, and;

Figure 3 is an enlarged, schematic cross-sectional view of a portion of packaging sheet material irradiated with UV light according to the method of the present invention.

#### DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS.

With reference to drawing figure 1, the apparatus according to the invention is shown together with a packaging material sheet to be sterilized. Although, in the illustrated example, the packaging material is in the form of a web 1, it will be appreciated that the material may also be in the form of a cut blank. As shown in figure 3, the web 1 is a laminated multi-layer material of the type commonly used for aseptic packaging of pourable food products. The laminated structure has a fibre-based layer 20 made of a material such as paper, and heat-sealable layers

21, 22 made of plastics material such as polyethylene, provided on each side of the fibre-based layer 20. When the packaging material is to be used for the aseptic packaging of pourable products such as milk treated at ultra-high temperature (UHT milk), the face of the packaging material destined to be placed in contact with the food product is also provided with a layer of barrier material 23, such as e.g., aluminium, which is in turn covered with an additional heat-sealable layer 24 of plastics material such as polyethylene.

The web 1 is moved in an advancement direction, indicated by the arrow 2, and guided in its trajectory, by conventional means which do not form part of the present invention and thus are not illustrated. As clearly shown in figure 1, the apparatus according to the invention includes means for applying hydrogen peroxide to the packaging sheet material 1, moving in the advancement direction 2, which are preferably constituted by a bath 3 containing liquid hydrogen peroxide 4. The hydrogen peroxide 4 in the bath 3 may have a concentration of up to 50% by weight, and preferably has a concentration of from 10% by weight to 50% by weight, and most preferably has a concentration of from 20% by weight to 40% by weight. A conventional roller 5 is provided in the bath for guiding the packaging material 1. As also schematically shown in figure 1, means 6 are also connected to the bath 3 for maintaining the hydrogen peroxide at a temperature preferably comprised between 15 degrees Centigrade and 80 degrees Centigrade, and may be constituted by a conventional thermostatically-controlled heating mechanism 6 as commonly used in the technical field of the invention, such as those present on the above cited TBA/19 ® and TBA/21 ® liquid food packaging machines, available from Tetra Brik Packaging Systems, Via Delfini, Modena, Italy.

In the apparatus according to the invention, the depth of the hydrogen peroxide bath can be reduced with respect to conventional baths, and the hydrogen peroxide 4 in the bath 3 preferably defines a liquid column having a height less than 50cm. One skilled in the art will appreciate that other means for applying hydrogen peroxide liquid or vapour to the surface of the packaging material may also be used, such as spray means.

Means for irradiating the packaging sheet material with light, including at least one UV wavelength between 200nm and 320nm, are located downstream of the bath 4, with respect to the advancement direction 2, and comprise a UV light source 7. According to a preferred embodiment of the invention, the UV light source 7 for irradiating the packaging sheet material may comprise a monochromatic source of UV light having a wavelength of 222nm. The monochromatic source of UV light having a wavelength of 222nm preferably comprises at least one excimer lamp. Such lamps are available from Heraeus Noblelight, Kleinostheim, Germany. Alternatively, a source of polychromatic UV light may also be used. Such polychromatic lamps are manufactured, for instance, by Berson UV-techniek, De Huufkes 23, NL-5674 Nuenen, The Netherlands. Other lamps or lasers may also be used which emit light in the UV wavelengths.

As shown in figure 1, means 8 are also provided for removing hydrogen peroxide from the packaging sheet material 1. In the illustrated example, the means 8 for removing hydrogen peroxide from the packaging sheet material preferably comprise at least one air knife 9 for blowing air onto the packaging material sheet 1. Such air knives are known from United States patent No. 4603490 to Hilmerston et al, and have a chamber 10 including an air inlet 11 and an air outlet 12 for a flow of air, a material inlet 13 and a material outlet 14 for a packaging material web 1, and a baffle plate 15 disposed over the air outlet 12 at an angle in relation to the path of travel of the web 1 through the chamber 10. Air blown onto the web 1 at the air knife is preferably heated to a temperature of from 80 degrees Centigrade to 150 degrees Centigrade. It will be appreciated that other means for removing the hydrogen peroxide from the web 1 may also be used. For example, conventional squeeze-gees rollers or pinch rollers, may also be used in addition to or instead of the air knife. Other means may also be used for generating a flow of hot air suitable for evaporating the hydrogen peroxide. However, means for blowing hot air onto the packaging material web is preferred, especially where the web has any parts, such as

package opening devices injection-molded directly onto the web, which could affect the efficiency of the squee-gee rollers.

An important feature of the present invention resides in the specific location of the means for removing excess hydrogen peroxide from the surface of the packaging material web 1. As clearly shown in figure 1, the means for removing excess hydrogen peroxide 8 are interposed between the means for applying hydrogen peroxide, constituted in the illustrated example by the bath 3, and the means 7 for irradiating the packaging material with light including at least one UV wavelength between 200nm and 320nm. The reason for this location of the means for removing hydrogen peroxide is the following:

With reference first of all to drawing figure 2, there is illustrated an enlarged sectional view of a portion of a multi-layer laminated packaging sheet material like the above-described web 1, wherein identical layers of the laminated structure are identified by the same reference numerals. Additionally, the reference numeral 30 schematically indicates microorganisms present on the surface of the packaging material, and the reference numeral 31 indicates the layer of hydrogen peroxide applied to the surface of the packaging material.

Figure 2 illustrates the treatment of a packaging sheet material according to the prior art methods, wherein hydrogen peroxide at a concentration no greater than 10% by weight is first applied to the packaging sheet material. Thereafter the hydrogen peroxide is irradiated with UV light, and the synergy between the hydrogen peroxide and the UV light has the known killing effect on the microorganisms 30.

Figure 3 illustrates the treatment of a packaging sheet material according to the invention, wherein hydrogen peroxide, preferably at a concentration of up to 50% by weight, and preferably of from 10% to 50% by weight, is first applied to the packaging sheet material. Thereafter the hydrogen peroxide is removed from the surface of the packaging material. It would thus appear that if one irradiated the packaging material with UV light at this point, i.e., in the UV irradiation zone indicated by the reference numeral 19 in figure 1, there could be no interaction between the UV light and hydrogen peroxide, because the latter has been

removed. However, the applicant has discovered that on the contrary, the killing effect achieved is significantly improved with respect to known techniques. This is due to the fact that although excess hydrogen peroxide is removed from the hydrophobic packaging sheet material, a residual or trace quantity is retained at any microorganisms 30a, which are believed to hydrophilically absorb the hydrogen peroxide 31a or otherwise retain the residual hydrogen peroxide.

Therefore, when the packaging sheet material is successively irradiated with UV light, the interaction occurring between the hydrogen peroxide and the UV light, that has the known killing effect on microorganisms, is targeted specifically to the microorganisms themselves, which have hydrophilically absorbed or otherwise retained the hydrogen peroxide. Furthermore, the removal of the shielding layer of excess hydrogen peroxide allows advantage to be taken of the possibility of using higher concentrations of hydrogen peroxide than those which were considered to be the maximum utilizable by the prior art.

In other words, instead of irradiating the entire layer of hydrogen peroxide with the aim of killing any microorganisms contained therein, as taught by the prior art, in accordance with the invention, the layer of excess hydrogen peroxide 31 is removed and only the residual hydrogen peroxide located in, on or adjacent to any microorganisms any microorganisms 30a present on the surface of the packaging material is directly targeted with UV radiation. It will be understood that the positional relationship between the residual hydrogen peroxide and the and the microorganisms shown in figure 3 is purely schematic and representative of what is believed to be occurring.

Therefore, when irradiating the packaging material with UV light, instead of having a layer of excess hydrogen peroxide shielding the microorganisms, the irradiation of UV light is targeted to the residual hydrogen peroxide absorbed by or located adjacent to the microorganisms. The removal of the layer of excess hydrogen peroxide in practice has the surprising effect of significantly increasing the efficiency of the sterilization process.

The method according to the invention, carried out with the above-described apparatus, will now be described:

First of all, hydrogen peroxide, preferably liquid hydrogen peroxide at a concentration of up to 50% by weight, preferably of from 10% by weight to 50% by weight, and most preferably at a concentration of from 20% by weight to 40% by weight, is applied to a packaging sheet material. In accordance with a preferred embodiment of the invention, this is achieved by immersing the packaging sheet material in a hydrogen peroxide bath at a temperature comprised between 15 degrees Centigrade and 80 degrees Centigrade, for a time interval of from 0.5 seconds to 2 seconds. During this time, the hydrogen peroxide is believed to be hydrophilically absorbed in, or become somehow entrapped adjacent to or on any microorganisms present on the packaging material. Preferably, the height of the liquid column of hydrogen peroxide in the bath does not exceed 50cm above the packaging sheet material. Although deeper hydrogen peroxide baths may be used, this relatively short residence time and shallow depth obviate problems relating to edge-soaking or wicking of the hydrogen peroxide into the fibrous layer of the laminated packaging material.

Thereafter, the excess hydrogen peroxide is removed from the surface of the packaging sheet material, preferably by blowing thereon a stream of air heated to a temperature of from 80 degrees Centigrade to 150 degrees Centigrade. This removes the excess hydrogen peroxide from the packaging material, but a trace quantity of residual hydrogen peroxide is retained at any microorganisms present on the surface of the packaging material.

Once the excess hydrogen peroxide has been removed from the surface of the packaging material, the material is irradiated with light including at least one UV wavelength between about 200nm and 320nm. According to a preferred embodiment of the invention, the packaging sheet material is irradiated with UV light at a wavelength of 222nm, and most preferably, the UV light source is an excimer lamp. In this manner, it has been found that it is possible to directly target residual hydrogen peroxide entrapped at any microorganisms present on the packaging sheet material with UV radiation. The use of an excimer lamp has



the additional advantages of instantaneous activation and deactivation and no significant heat emission.

The sterilization system according to the invention is fully compatible with modern high-speed aseptic liquid-food packaging machines, producing up to 18000 or more packages per hour, wherein the packaging material moves at a speed of, or greater than 81.65 cm per second (48.990 meters per minute).

The present invention may be further modified, without thereby departing from the purview of the appended claims.

CLAIMS.

1. Method of sterilizing a packaging sheet material, comprising the steps of;  
-applying hydrogen peroxide to a packaging sheet material, and;  
-irradiating the packaging sheet material with light including at least one UV wavelength between about 200nm and 320nm,  
**characterized in that** it comprises the intermediate step of removing excess hydrogen peroxide from the packaging sheet material, after the step of applying hydrogen peroxide and before the step of irradiating the packaging material, whereby residual hydrogen peroxide absorbed by or located adjacent to any microorganisms present on said packaging sheet material is directly targeted with UV radiation.
2. Method according to claim 1, **characterized in that** said step of applying hydrogen peroxide to said packaging sheet material comprises applying liquid hydrogen peroxide thereto at a concentration of up to 50% by weight.
3. Method according to claim 1, **characterized in that** said step of applying hydrogen peroxide to said packaging sheet material, comprises applying liquid hydrogen peroxide at a concentration of from 20% by weight to 40% by weight.
4. Method according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** said step of applying hydrogen peroxide to said packaging sheet material comprises the step of immersing said packaging sheet material in a hydrogen peroxide bath at a temperature comprised between 15 degrees Centigrade and 80 degrees Centigrade, for a time interval of from 0.5 seconds to 2 seconds.

5. Method according to claim 1, **characterized in that** said intermediate step of removing excess hydrogen peroxide from said packaging sheet material comprises blowing a stream of heated air, heated to a temperature of from 80 degrees Centigrade to 150 degrees Centigrade onto said packaging sheet material.
6. Method according to claim 1, **characterized in that** said step of irradiating the packaging sheet material with light including at least one UV wavelength, consists of irradiating said packaging sheet material with polychromatic UV light.
7. Method according to claim 1, **characterized in that** said step of irradiating the packaging sheet material with light including at least one UV wavelength, consists of irradiating said packaging sheet material with UV light at a wavelength of 222nm.
8. Method according to claim 7, **characterized in that** said step of irradiating the packaging sheet material with UV light at a wavelength of 222nm comprises irradiating said packaging sheet material with an excimer lamp.
9. Method according to one or more of claims 1-8, **characterized in that** said packaging sheet material is a web unwound from a roll.
10. Method according to one or more of claims 1-8, **characterized in that** said packaging sheet material is a blank.
11. Apparatus for sterilizing a packaging sheet material according to the method defined in claims 1-10, comprising;  
-means for applying hydrogen peroxide to a packaging sheet material moving in an advancement direction,

-means for irradiating the packaging sheet material with light including at least one UV wavelength between 200nm and 320nm, arranged downstream of said means for applying hydrogen peroxide, with respect to said advancement direction, and;

-means for removing excess hydrogen peroxide from the packaging sheet material,

**characterized in that** said means for removing hydrogen peroxide from the packaging sheet material are interposed between said means for applying hydrogen peroxide and said means for irradiating the packaging material with light including at least one UV wavelength between 200nm and 320nm, whereby residual hydrogen peroxide absorbed by or located adjacent to any microorganisms present on said packaging sheet material is directly targeted with UV radiation.

12. Apparatus according to claim 11, **characterized in that** said means for applying hydrogen peroxide to said packaging sheet material comprise a bath containing liquid hydrogen peroxide at a concentration of up to 50% by weight.

13. Apparatus according to claim 11, **characterized in that** said means for applying hydrogen peroxide to said packaging sheet material comprise a bath containing liquid hydrogen peroxide at a concentration of from 20% by weight to 40% by weight.

14. Apparatus according to claim 12 or 13, **characterized in that** it comprises means for maintaining said hydrogen peroxide bath at a temperature comprised between 15 degrees Centigrade and 80 degrees Centigrade.

15. Apparatus according to claim 12, 13 or 14, **characterized in that** said hydrogen peroxide in said bath defines a liquid column having a height less than 50cm in said bath.
16. Apparatus according to claim 11, **characterized in that** said means for removing hydrogen peroxide from said packaging sheet material comprise at least one air knife for blowing air onto said packaging material sheet at a temperature of from 80 degrees Centigrade to 150 degrees Centigrade.
17. Apparatus according to claim 11, **characterized in that** said means for irradiating the packaging sheet material with light include at least one UV wavelength between about 200nm and 320nm comprise a monochromatic source of UV light having a wavelength of 222nm.
18. Apparatus according to claim 17, **characterized in that** said monochromatic source of UV light comprises at least one excimer lamp.
19. Apparatus according to claim 11, **characterized in that** said means for irradiating the packaging sheet material with light including at least one UV wavelength, comprise a polychromatic UV lamp.

**ABSTRACT**

The method of sterilizing a packaging sheet material involves the steps of applying hydrogen peroxide to a packaging sheet material, and irradiating the packaging sheet material with light, including at least one UV wavelength between about 200nm and 320nm. The method also has an intermediate step of removing hydrogen peroxide from the packaging sheet material, after the step of applying hydrogen peroxide and before the step of irradiating the packaging material, whereby to target synergy between the UV light and hydrophilically absorbed hydrogen peroxide in any microorganisms present on the packaging sheet material. An apparatus for carrying out the method is also disclosed.

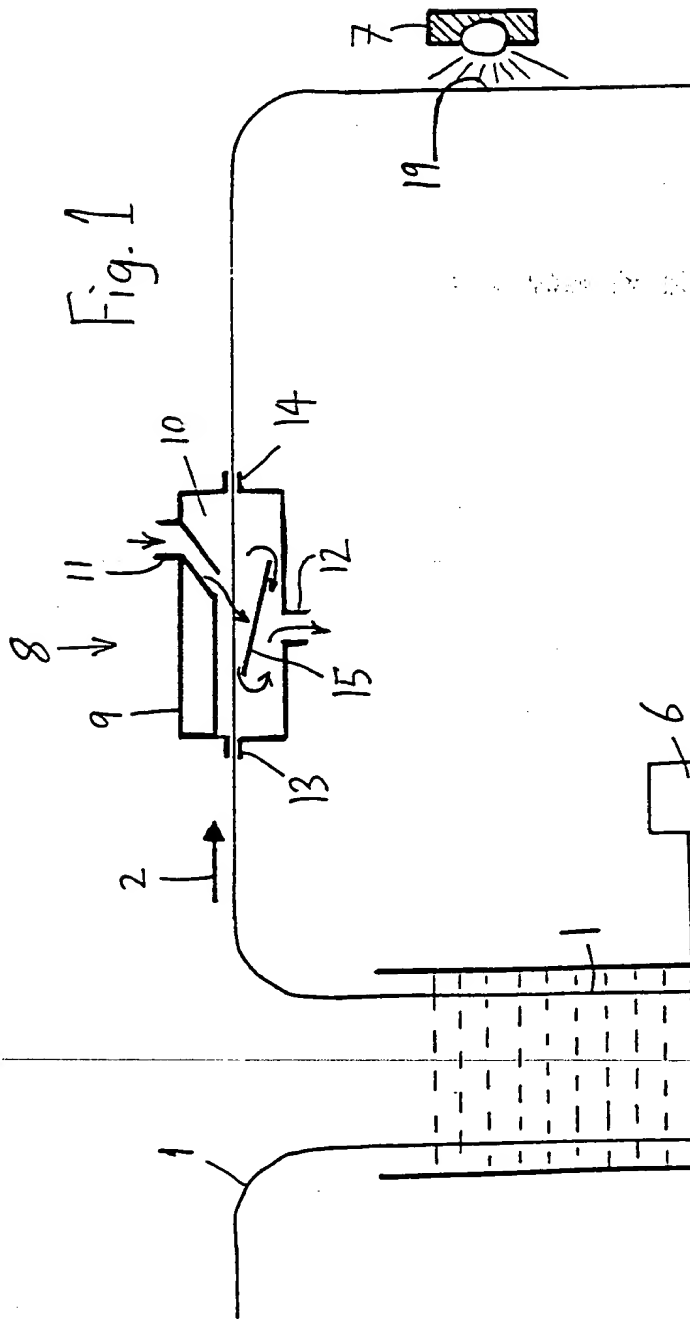


Fig. 1

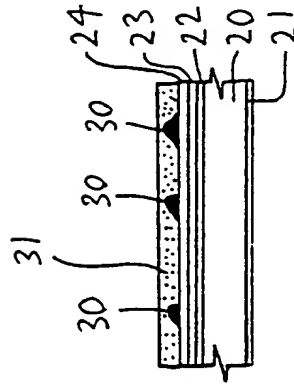


Fig. 2

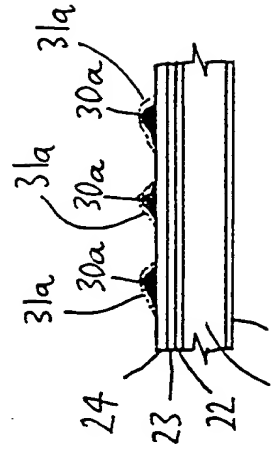


Fig. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**